

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 09 月 16 日
Application Date

申請案號：092125437
Application No.

申請人：宏碁股份有限公司
Applicant(s)

局長
Director General

A circular seal featuring three stylized characters in seal script: '宏' (Hong), '碁' (Acer), and '智' (Intel).

發文日期：西元 2004 年 3 月 23 日
Issue Date

發文字號：09320276850
Serial No.

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：

※ 申請日期：

※IPC 分類：

※ 壹、發明名稱：(中文/英文)

可模擬不同筆觸之手寫筆 / A handwriting pen capable of simulating different strokes

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

宏碁股份有限公司 / Acer INC.

代表人：(中文/英文) 施振榮 / Chen-Jung, Shih

住居所或營業所地址：(中文/英文)

台北縣 221 汐止市新台五路一段 88 號 8 樓 / 8F, No. 88, Sec.1, Hsin Tai Wu Rd., Hsichih, Taipei Hsien 221, Taiwan, R.O.C.

國 籍：(中文/英文) 中華民國 / TW

參、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文) ID :

劉振鐸 / Chen-Duo, Liu ID: L121282128

住居所地址：(中文/英文)

台北縣 221 汐止市新台五路一段 88 號 8 樓 / 8F, No. 88, Sec.1, Hsin Tai Wu Rd., Hsichih, Taipei Hsien 221, Taiwan, R.O.C.

國 籍：(中文/英文) 中華民國 / TW

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 主張國際優先權：無
【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

伍、中文發明摘要

本發明之手寫筆包含一筆尖；一位置感測器，用來感測筆尖在一手寫板上之主要位置座標，以產生一主要位置資料；一壓力感測器，用來感測筆尖施加於手寫板上之壓力，以產生一壓力值。手寫筆係經由一訊號傳輸線連接於一主系統，並且經由訊號傳輸線，將主要位置資料以及壓力值傳送至主系統。主系統具有一筆觸模擬裝置，用來處理主要位置資料以及壓力值，以模擬出不同之筆觸。筆觸模擬裝置包含一壓力-半徑轉換模組，用來接收壓力值，並且將壓力值轉換成一半徑資料；一正向量產生模組，用來接收主要位置資料，並且根據主要位置資料，產生一正向量資料；一疏密位置產生模組，連接於壓力-半徑轉換模組與正向量產生模組，用來根據半徑資料與正向量資料，以在主要位置資料之正向量方向上，產生複數個疏密位置資料，用來表示複數個疏密位置座標；以及一筆觸產生模組，用來根據筆尖在不同時間之主要位置資料，畫出一主線條，並且根據疏密位置資料，畫出

複數條疏密線條，其中每一主要位置資料係對應於複數個疏密位置資料。

陸、英文發明摘要：

The handwriting pen according to the present invention comprises a pen nib; a position detector for detecting a main position coordinate of the pen nib on a handwriting board so as to generate a main position data; a pressure detector for detecting the pressure of the pen nib exerted on the handwriting board so as to generate a pressure value. The handwriting pen is connected to a main system via a signal transmission line, and used for transmitting the main position data and the pressure value to the main system via the signal transmission line. The main system has a stroke simulation device for processing the main position data and the pressure value so as to simulate different strokes. The stroke simulation device comprises a pressure-radius transformation module for receiving the pressure value and transforming the pressure value into a radius data; a positive vector generation module for receiving the main position data, and generating a positive vector data according to the main position data; a density position generation module connected to the pressure-radius transformation module and the positive vector generation module for generating a plurality of density position data in the direction of the positive vector of the main position data according to the radius data and the positive vector data so as to represent a plurality of density position coordinates; and a stroke generation module for drawing a main line according to the main position data of the pen nib at different times, and drawing a plurality of density lines according to the density position data.

The main position data is corresponding to a plurality of density position data.

柒、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第 3 圖。

(二) 本代表圖之元件代表符號簡單說明：

10 手寫筆

18 位置感測器

20 壓力感測器

21 主系統

22 壓力-半徑轉換模組

23 筆觸模擬裝置

24 正向量產生模組

26 疏密位置產生模組

28 筆觸產生模組

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示
發明特徵的化學式：

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種手寫筆，尤其係關於一種可模擬不同筆觸之手寫筆。

【先前技術】

近幾年來，手寫裝置已經成為愈來愈普遍的輸入裝置。一般而言，手寫裝置係包含一個手寫板以及一支手寫筆，使用者可以利用手寫筆在手寫板上書寫，以取代利用鍵盤輸入資料的方式。常見的手寫裝置包含 Tablet PC，其具有一平板手寫液晶螢幕以及一電磁感應式觸控筆（有線／無線），以及 WACOM 數位版、繪圖版，其包含感應式繪圖板（數位版）以及（有線／無線）感應筆。除此之外，使用者必須安裝辨識軟體，例如 Photoshop 等繪圖軟體，於電腦中，以用來辨識使用者利用手寫裝置所輸入的文字。

辨識軟體必須辨識出手寫筆在手寫板上之位置，即座標位置（X, Y）以及使用者書寫的力道，即壓力值 Z，才可以模擬出不同風格的筆觸。然而，

由於所獲得的資料有限，因此，目前的繪圖軟體，
例如 Photoshop、CorelDraw、Painter 等，在模擬
筆觸之功能上仍有很大的不足之處。

【發明之概述】

因此，本發明之主要目的在於提供一種可模擬
不同筆觸之手寫筆，其可以根據使用者之書寫力道
模擬出不同的筆觸風格，使得繪圖軟體之模擬筆觸
的功能更趨完備。

本發明之手寫筆包含一筆尖；一位置感測器，
用來感測筆尖在一手寫板上之主要位置座標，以產
生一主要位置資料；一壓力感測器，用來感測筆尖
施加於手寫板上之壓力，以產生一壓力值。手寫筆
係經由一訊號傳輸線連接於一主系統，並且經由訊
號傳輸線，將主要位置資料以及壓力值傳送至主系
統。主系統具有一筆觸模擬裝置，用來處理主要位
置資料以及壓力值，以模擬出不同之筆觸。筆觸模
擬裝置包含一壓力-半徑轉換模組，用來接收壓力
值，並且將壓力值轉換成一半徑資料；一正向量產
生模組，用來接收主要位置資料，並且根據主要位

置資料，產生一正向量資料；一疏密位置產生模組，連接於壓力-半徑轉換模組與正向量產生模組，用來根據半徑資料與正向量資料，以在主要位置資料之正向量方向上，產生複數個疏密位置資料，用來表示複數個疏密位置座標；以及一筆觸產生模組，用來根據筆尖在不同時間之主要位置資料，畫出一主線條，並且根據疏密位置資料，畫出複數條疏密線條，其中每一主要位置資料係對應於複數個疏密位置資料。

【發明內容】

請參考第 1 圖。第 1 圖為本發明之手寫筆 10 之示意圖。手寫筆 10 係搭配一手寫板 12 來使用。如圖所示，手寫筆 10 包含一筆尖 11，而使用者利用手寫筆 10 在手寫板 12 上所完成之筆劃 14 係由複數個圓 16 所構成，而圓 16 之圓心係以 O 表示，而其半徑則為 ϖ 。

請參考第 2 圖。第 2 圖為圓 16 之半徑 ϖ 與壓力值 Z 之關係圖。如圖所示，當使用者書寫力道愈大時，即手寫筆 10 之壓力值 Z 愈大時，圓 16 之半徑 ϖ

就會愈大。換句話說，根據不同的壓力值 Z ，手寫筆 10 會在不同之時間點產生大小不同之圓 16 於手寫板 12 上，以形成筆觸 14。其中， $Max\varpi$ 係預設之最大半徑資料。

請參考第 3 圖。第 3 圖為本發明之手寫筆 10 連接於主系統 21 之示意圖。手寫筆 10 包含一位置感測器 18，以及一壓力感測器 20。位置感測器 18 係用來感測筆尖 11 在手寫板 12 上之主要位置座標 O_i ，以產生一主要位置資料。主要位置座標 O_i 即係手寫筆 10 在時間 t_i 時所產生之圓 16 之圓心，其可以表示為座標 (X_i, Y_i) 。壓力感測器 20 係用來感測筆尖 11 施加於手寫板 12 上之壓力，以產生一壓力值 Z 。

手寫筆 10 係經由一訊號傳輸線（未顯示）連接於主系統 21，並且經由訊號傳輸線，將主要位置資料以及壓力值傳送至主系統 21。主系統具有一筆觸模擬裝置 23，例如，繪圖軟體或辨識軟體，用來處理主要位置資料以及壓力值，以模擬出不同之筆觸。

筆觸模擬裝置 23 包含一壓力-半徑轉換模組 22，一正向量產生模組 24，一疏密位置產生模組 26，以及一筆觸產生模組 28。壓力-半徑轉換模組 22 則係用來接收壓力值 Z ，並且利用一壓力-半徑轉換公式，將壓力值 Z 轉換成半徑資料 ϖ 。壓力-半徑轉換公式係根據第 2 圖所示之半徑 ϖ 與壓力值 Z 之關係圖所取得的，其係表示為：

$$\left\{ \begin{array}{l} \varpi = f(z) = (\text{Max } \varpi) * \left(\frac{e^z - 1}{e - 1} \right) \\ \text{where} \\ f(0) = 0 \\ f(1) = \text{Max } \varpi \\ 0 \leq Z \leq 1 \end{array} \right.$$

正向量產生模組 24 係用來接收主要位置資料，並且根據主要位置資料，產生一正向量資料。正向量產生模組 24 首先根據主要位置資料以取得筆尖 11 位於主要位置座標 O_i 上之瞬間方向，其計算公式係表示為：

$$V_i = \frac{O_i - O_{i-1}}{|O_i - O_{i-1}|} ;$$

其中 V_i 表示筆尖 11 在時間 t_i 之瞬間方向， O_i 表示

筆尖 11 在時間 t_i 之主要位置座標，而 O_{i-1} 表示筆尖 11 在時間 t_{i-1} 之主要位置座標。假設 $V_i = (x, y)$ ，則正向量資料 $N_i = (-y, x)$ 。

疏密位置產生模組 26 係連接於壓力-半徑轉換模組 22 與正向量產生模組 24，用來根據半徑資料 ϖ 與正向量資料 N_i ，以在主要位置座標 O_i 之正向量方向上，產生複數個疏密位置資料，以用來表示複數個疏密位置座標 b_y 。

請參考第 4 圖。第 4 圖顯示複數個疏密位置座標 b_y 。疏密位置產生模組 26 係利用一疏密位置產生公式來產生複數個疏密位置資料 b_y 。此公式係表示為：

$$b_{i,j} = O_i + \varpi \left(\frac{j}{n} - 1 \right) \cdot N_i$$

其中， O_i 表示筆尖 11 在時間 t_i 之主要位置座標， ϖ 為半徑資料， N_i 為正向量資料， n 為一系統預設值，用來決定疏密位置資料之個數，而 $b_{i,j}$ 表示第 i 個主要位置座標之第 j 個疏密位置座標。其中，手寫筆 10 所繪出之筆劃 14 係包含 m 個主要位置資料，而每一個主要位置資料係對應於 n 個疏密

位置資料。如圖所示，主要位置座標 O_i 係對應於複數個疏密位置座標 $b_{i,j}$ 。

請參考第 5 圖。第 5 圖顯示主線條 L 以及疏密線條 $l_1 \sim l_{10}$ 。筆觸產生模組 28 係用來根據筆尖 11 在不同時間 t_{i-1} 、 t_i 、 t_{i+1} 之主要位置座標 O_{i-1} 、 O_i 、 O_{i+1} ，畫出主線條 L ，並且根據疏密位置座標 $b_{i-1,j}$ 、 $b_{i,j}$ 、 $b_{i+1,j}$ ，畫出疏密線條 $l_1 \sim l_{10}$ 。如圖所示，每一主要位置座標係對應於 10 個疏密位置座標。

請參考第 6 圖。第 6 圖為筆觸產生模組 28 之筆觸產生方法 30 之流程圖。筆觸產生模組 28 係利用筆觸產生方法 30 來產生主線條 L 以及疏密線條 $l_1 \sim l_{10}$ 。假設主線條 L 係由 m 個主要座標位置所組成，而每一主要位置座標係對應於 n 個疏密位置座標。如第 5 圖所示，在此例中， $m = 3$ ，而 $n = 10$ 。

在步驟 32 中，筆觸產生模組 28 會計算第 i 個與第 $i+1$ 個位置座標之切線向量 T_i 與 T_{i+1} ，其公式為：

$$\begin{cases} T_{i+1} = \alpha * (P_{i+1} - P_i) \\ \alpha \in [0,1] \end{cases} ; \text{ 其中 } P_{i+1} \text{ 表示第 } i+1 \text{ 個位置座標，而 } P_i \text{ 表示第 } i \text{ 個位置座標。}$$

在步驟 34 中，筆觸產生模組 28 會利用混合函數 (Blending functions) 以計算第 i 個與第 $i+1$ 個位置座標間之內插值，此混合函數係表示為：

$$\begin{cases} h_1(s) = 2s^3 - 3s^2 + 1 \\ h_2(s) = -2s^3 + 3s^2 \\ h_3(s) = s^3 - 2s^2 + s \\ h_4(s) = s^3 - s^2 \\ 0 \leq s \leq 1 \end{cases}.$$

在步驟 36 中，筆觸產生模組 28 會獲得一基數曲線 (Cardinal Splines Curve)，其公式為：

$$\vec{P} = \vec{P}_i * h_1 + \vec{P}_{i+1} * h_2 + \vec{T}_i * h_3 + \vec{T}_{i+1} * h_4.$$

最後，在步驟 38 中，筆觸產生模組 28 會計算出第 i 個與第 $i+1$ 個位置座標之間之中間座標位置，並且將所有的座標位置連接起來，以產生一平順之曲線。此中間座標位置之計算公式為：

$$P = S * h * C; \text{ 其中}$$

$$S = \begin{bmatrix} s^3 \\ s^2 \\ s^1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} P_i \\ P_{i+1} \\ T_i \\ T_{i+1} \end{bmatrix} \quad h = \begin{bmatrix} 2 & -2 & 1 & 1 \\ -3 & 3 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

請參考第 7 圖。第 7 圖為筆觸產生模組 28 所產生之筆觸之示意圖。在筆觸產生模組 28 利用筆觸

產生方法 30 連接所有主要位置座標以畫出主線條，並且連接所有疏密位置座標以畫出所有的疏密線條之後，就可以產生如第 7 圖所示之筆觸。

此外，筆觸產生模組 28 另包含各種不同的參數產生模組，用來產生不同的參數設定，以模擬出不同的筆觸風格。

請參考第 8 圖。第 8 圖筆觸產生模組 28 之示意圖。筆觸產生模組 28 包含一顏色參數產生模組 40、一速率參數產生模組 42、一速率-顏色參數產生模組 44、一深淺參數產生模組 46、一渲染參數產生模組 48、一間斷參數產生模組 50，以及一筆觸顏色參數產生模組 52。

顏色參數產生模組 40 係用來藉由一亂數產生模組（未顯示）來產生對應於主要位置資料與疏密位置資料之顏色參數，以決定主線條 L 以及疏密線條 $l_1 \sim l_{10}$ 上之各位置點之顏色。顏色參數產生模組係利用一顏色參數產生公式來產生顏色參數 ρ_i 。此公式係表示為：

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_i = \rho_1 + \lceil \text{rand0} \rceil \% (\rho_2 - \rho_1 + 1) \\ \text{where} \\ \rho_1 \leq \rho_i \leq \rho_2 \\ \rho_1, \rho_2 \in [0, 255] \end{array} \right. ; \text{ 其中 } \rho_1 \text{ 與 } \rho_2 \text{ 為系統預設值。}$$

一般而言， ρ_1 與 ρ_2 之值會設定得較為接近，以免落差過大。

速率參數產生模組 42 係用來產生對應於主要位置資料與疏密位置資料之速率參數，以表示手寫筆 10 在每一位置點上之瞬間速率。速率參數產生模組 42 係利用一速率參數產生公式來產生速率參數 V 。此公式係表示為：

$$V = f(v) = \left(\frac{v_{\max}^3 - 3v_{\max}v^2 + 2v^3}{v_{\max}^3} \right);$$

其中 v 表示手寫筆 10 在主要位置座標之瞬間速率，而 v_{\max} 表示一預設之最大速率值。

當書寫時，因為瞬間速率的不同而使得筆墨有不同濃淡的表現。一般而言，瞬間速率愈大時，筆墨的顏色會愈淡。因此，速率-顏色參數產生模組 44 係用來根據顏色參數以及速率參數，產生一速率-顏色參數，以呈現上述瞬間速率與筆墨濃淡之關係。速率-顏色參數產生模組 44 係利用一速率-

顏色參數產生公式來產生速率-顏色參數 ρ_i 。此公式係表示為：

$$\rho_i = \rho_i * V$$

深淺參數產生模組 46 係用來根據壓力值 Z ，產生對應於主要位置資料與疏密位置資料之深淺參數。毛筆或水彩筆等軟性筆在書寫或繪畫時，通常會有愈描愈淡的現象。因此，主要位置資料會具有最大之深淺參數，而距離主要位置資料愈遠之疏密位置資料則具有愈小之深淺參數，使得主線條 L 最深，而距離主線條 L 愈遠的疏密線條則愈淺，以呈現出濃度變淡的情況。

一般而言，當壓力愈小時，也就是書寫的施力愈小時，筆觸濃度變淡的情況會愈明顯，而當壓力愈大時，筆觸濃度變淡的情況則愈不明顯。例如，當用力書寫時，筆劃的濃度通常會特別濃且均勻，即幾乎沒有變淡的情況發生。因此，如上所述，深淺參數產生模組 46 係根據壓力值 Z 來產生深淺參數。

此外，深淺參數產生模組 46 係利用一深淺參數

產生公式來產生深淺參數 λ 。此公式係表示為：

$\lambda = (1 - \lambda_0)(1 - e^{-\alpha z}) + \lambda_0$ ；其中 α 為一個由使用者定義之常數，而 z 為壓力值， λ_0 為深淺參數的預設值。

由於，當書寫的施力很大時，筆劃的濃度會特別濃，且會非常均勻，幾乎沒有變淡的情況發生，因此，在上述公式中，當壓力值大於一預定值時，深淺參數會係一個常數。

一般而言，毛筆與水彩筆在書寫與繪畫時，都會呈現渲染或擴張的現象，因此，每一筆觸線條會有不同的粗細程度。當筆尖停留的時間愈久，渲染的程度就會愈大，而渲染參數產生模組 48 就是用來模擬此渲染現象。

渲染參數產生模組 48 係用來根據主要位置資料以及半徑資料 α 產生複數個渲染位置資料，以表示複數個渲染位置座標。

請參考第 9 圖。第 9 圖係渲染位置座標 q_i 之示意圖。每一主要位置資料係對應於複數個渲染位置資料，即每一個主要位置座標 O_i 係對應於複數個渲染位置座標 q_i 。渲染參數產生模組 48 包含一渲染參數

D ，用來決定每兩個渲染位置座標 q_i 之間之距離，並且利用一渲染位置產生公式來產生渲染位置座標，以使得距離主要位置座標 0_i 愈遠之渲染位置座標 q_i 之間之距離愈小。此公式係表示為：

$$\frac{\partial q}{\partial t} = D \nabla^2 q ;$$

其中此公式係利用有限差分法 (finite difference method) 來展開如下：

$$\begin{aligned} \Rightarrow \frac{q_{i+1} - q_{i-1}}{2t} &= D \cdot (q_{i+1} - 2q_i + q_{i-1}) \\ \Rightarrow q_{i+1} &= q_{i-1} + 2Dt \cdot q_{i+1} - 4Dtq_i + 2Dtq_{i-1} \\ \Rightarrow q_{i+1} &= \left(\frac{1}{1-2Dt} \right) (-4Dtq_i + (1+2Dt)q_{i-1}) . \end{aligned}$$

如上所述，在超過半徑 σ 以外之範圍，會計算出複數個渲染位置座標，而渲染位置座標之間之間距會漸漸變小，最後會趨近於零。因此，在筆觸形成的時候，會呈現筆觸向外增長的現象，而增長速率會漸漸緩慢，最後趨近於零。根據渲染參數 D 的不同設定，其增長速率變化也會有不同，進而呈現出不同的渲染現象。

以上為模擬渲染現象的位置變化，至於顏色值的變化，也可以套用上述公式來求得渲染現象的顏

色變化。因此，上述之每一渲染位置資料係對應於一渲染顏色資料，而渲染參數產生模組 48 同樣會利用渲染參數 D ，以決定每兩個渲染顏色資料之間之顏色變化，並且利用上述公式來產生渲染顏色資料，以使得距離主要位置資料愈遠之渲染位置資料之渲染顏色資料之間之差異愈小。因此，會呈現出顏色漸漸變淡的渲染效果。

此外，筆劃 14 會因為毛筆或水彩筆的材質不同，而產生間斷的現象，即筆劃 14 的某些部分會是空白的，而間斷參數產生模組 50 則係用來模擬此間斷現象。

間斷參數產生模組 50 會產生對應於主要位置資料與疏密位置資料之間斷參數，以決定主要位置資料與疏密位置資料是否會被顯現。間斷參數產生模組 50 包含一預設之間斷參數設定表，具有複數個間斷參數，以對應於主要位置資料與疏密位置資料。當間斷參數為第一值時，其所對應之位置資料會被顯現出來，而當間斷參數為第二值時，其所對應之位置資料則不會被顯現出來。

因此，藉由間斷參數的設定，筆劃 14 中的某些位置點會是空白的，使得線條呈現間斷的現象。間斷參數 d 可以表示為：

$$d = dTable(i) ; \text{ 其中 } d \in [0, 1] .$$

當間斷參數為 0 時，其所對應之位置資料所代表的位置點會是空白的，而當間斷參數為 1 時，其所對應之位置資料所代表的位置點會顯現出來。

除了利用上述之個別的參數產生模組來產生參數設定之外，筆觸產生模組 28 還包含一個筆觸顏色參數產生模組 52，以結合上述之數個參數以產生一個筆觸顏色參數。

筆觸顏色參數產生模組 52 係根據顏色參數產生模組 40 所產生之顏色參數 ρ_i 、速率參數產生模組 42 所產生之速率參數 V 、深淺參數產生模組 46 所產生之深淺參數 λ ，以及間斷參數產生模組 50 所產生之間斷參數 d ，以產生一筆觸顏色參數。筆觸顏色參數產生模組 52 係利用一筆觸顏色參數產生公式來計算出筆觸顏色參數 $C_{i,j}$ 。此公式係表示為：

$$C_{i,j} = \lambda * C_{i,j-1} * d * V ;$$

如上所述，手寫筆 10 所繪出之筆劃 14 係包含 m 個主要位置資料，而每一個主要位置資料係對應於 n 個疏密位置資料，而 $C_{i,j}$ 表示第 i 個主要位置座標之第 j 個疏密位置座標所對應之筆觸顏色參數。

請參考第 10 圖。第 10 圖為不同筆觸之示意圖。利用本發明之手寫筆 10 可以模擬出不同之筆觸，圖中所示只是其中的兩種，而主系統 21 會將所模擬出來的筆觸，顯示於其所連接之螢幕上。

雖然本發明已參照較佳具體例及舉例性附圖敘述，惟其應不被認為其係限制性者。熟悉本技藝者在不離開本發明之範圍內，當可對其形態及特殊具體例之內容作各種修改、省略及變化。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為本發明之手寫筆之示意圖。

第 2 圖為圓之半徑與壓力值之關係圖。

第 3 圖為本發明之手寫筆連接於主系統之示意圖。

第 4 圖顯示複數個疏密位置座標。

第 5 圖顯示主線條以及疏密線條。

第 6 圖為筆觸產生模組之筆觸產生方法之流程圖。

第 7 圖為筆觸產生模組所產生之筆觸之示意圖。

第 8 圖筆觸產生模組之示意圖。

第 9 圖係渲染位置座標之示意圖。

第 10 圖為不同筆觸之示意圖。

【元件符號表】

10	手寫筆
11	筆尖
12	手寫板
14	筆劃
16	圓
18	位置感測器
20	壓力感測器
21	主系統
22	壓力-半徑轉換模組
23	筆觸模擬裝置
24	正向量產生模組
26	疏密位置產生模組
28	筆觸產生模組
40	顏色參數產生模組
42	速率參數產生模組
44	速率-顏色參數產生模組
46	深淺參數產生模組
48	渲染參數產生模組

50

間斷參數產生模組

52

筆觸顏色參數產生模組

拾、申請專利範圍

1. 一種筆觸模擬裝置，安裝於一主系統內，該主系統係經由一訊號

傳輸線連接於一手寫筆，該手寫筆包含：

一筆尖；

一位置感測器，用來感測該筆尖在一手寫板上之主要位置座標，
以產生一主要位置資料；

一壓力感測器，用來感測該筆尖施加於該手寫板上之壓力，以產
生一壓力值；

其中該手寫筆會將該主要位置資料以及該壓力值，經由該訊號傳
輸線傳送至該主系統；

該筆觸模擬裝置包含：

一壓力-半徑轉換模組，用來接收該壓力值，並且將該壓力值轉換
成一半徑資料；

一正向量產生模組，用來接收該主要位置資料，並且根據該主要
位置資料，產生一正向量資料；

一疏密位置產生模組，連接於該壓力-半徑轉換模組與該正向量產
生模組，用來根據該半徑資料與該正向量資料，以在該主要位置
資料之正向量方向上，產生複數個疏密位置資料，用來表示複數
個疏密位置座標；以及

一筆觸產生模組，用來根據該筆尖在不同時間之主要位置資料，
畫出一主線條，並且根據該疏密位置資料，畫出複數條疏密線條，
其中每一主要位置資料係對應於複數個疏密位置資料。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之筆觸模擬裝置，其中該主系統之壓力-半徑轉換模組係利用一壓力-半徑轉換公式，將該壓力值 z 轉換成該半徑資料 ϖ ，該公式係表示為：

$$\left\{ \begin{array}{l} \varpi = f(z) = (\text{Max } \varpi) * \left(\frac{e^z - 1}{e - 1} \right) \\ \text{where} \\ f(0) = 0 \\ f(1) = \text{Max } \varpi \\ 0 \leq z \leq 1 \end{array} \right.$$

其中 $\text{Max } \varpi$ 係預設之最大半徑資料。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之筆觸模擬裝置，其中該正向量產生模組首先根據該主要位置資料以取得該筆尖位於該主要位置座標上之瞬間方向，其計算公式係表示為：

$$V_i = \frac{O_i - O_{i-1}}{|O_i - O_{i-1}|} ;$$

其中 V_i 表示該筆尖在時間 t_i 之瞬間方向， O_i 表示該筆尖在時間 t_i 之主要位置座標，而 O_{i-1} 表示該筆尖在時間 t_{i-1} 之主要位置座標；

假設 $V_i = (x, y)$ ，則該正向量資料 $N_i = (-y, x)$ 。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之筆觸模擬裝置，其中該疏密位置產

生模組係利用一疏密位置產生公式來產生該複數個疏密位置資料，該公式係表示為：

$$b_{i,j} = O_i + \alpha \left(\frac{j}{n} - 1 \right) \cdot N_i$$

其中， O_i 表示該筆尖在時間 t_i 之主要位置座標， α 為該半徑資料， N_i 為該正向量資料， n 為一系統預設值，用來決定該疏密位置資料之個數，而 $b_{i,j}$ 表示第 i 個主要位置座標之第 j 個疏密位置座標；其中該手寫筆所繪出之一筆劃係包含 m 個主要位置資料，而每一個主要位置資料係對應於 n 個疏密位置資料。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之筆觸模擬裝置，其中該筆觸產生模組係利用一筆觸產生方法來產生該主線條以及該複數條疏密線條，假設該主線條係由 m 個主要座標位置所組成，而每一主要位置座標係對應於 n 個疏密位置座標，該方法包含：

計算第 i 個與第 $i+1$ 個位置座標之切線向量 T_i 與 T_{i+1} ，其公式為：

$$\begin{cases} T_i = \alpha * (P_{i+1} - P_{i-1}) \\ \alpha = [0,1] \end{cases}$$

其中 P_{i+1} 表示第 $i+1$ 個位置座標，而 P_{i-1} 表示第 $i-1$ 個位置座標；利用混合函數 (Blending functions) 以計算第 i 個與第 $i+1$ 個位置座標間之內插值，該混合函數係表示為：

$$\begin{cases} h_1(s) = 2s^3 - 3s^2 + 1 \\ h_2(s) = -2s^3 + 3s^2 \\ h_3(s) = s^3 - 2s^2 + s \\ h_4(s) = s^3 - s^2 \\ 0 \leq s \leq 1 \end{cases}$$

獲得一基數曲線 (Cardinal Splines Curve)，其公式為：

$$\bar{P} = \bar{P}_i * h_1 + \bar{P}_{i+1} * h_2 + \bar{T}_i * h_3 + \bar{T}_{i+1} * h_4 ; \text{ 以及}$$

計算出第 i 個與第 $i+1$ 個位置座標之間之中間座標位置，並且將所有的座標位置連接起來，以產生一平順之曲線，該中間座標位置之計算公式為：

$$P = S * h * C ;$$

其中

$$S = \begin{bmatrix} s^3 \\ s^2 \\ s^1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} P_i \\ P_{i+1} \\ T_i \\ T_{i+1} \end{bmatrix} \quad h = \begin{bmatrix} 2 & -2 & 1 & 1 \\ -3 & 3 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之筆觸模擬裝置，其中該筆觸產生模組包含：

一顏色參數產生模組，用來藉由一亂數產生模組來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之顏色參數。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之筆觸模擬裝置，其中該顏色參數產生模組係利用一顏色參數產生公式來產生該顏色參數 ρ_i ，該公式

係表示為：

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_i = \rho_1 + \lceil \text{rand}0 \rceil \% (\rho_2 - \rho_1 + 1) \\ \text{where} \\ \rho_1 \leq \rho_i \leq \rho_2 \\ \rho_1, \rho_2 \in [0, 255] \end{array} \right. ;$$

其中 ρ_1 與 ρ_2 為系統預設值。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之筆觸模擬裝置，其中該筆觸產生模組包含：

一速率參數產生模組，用來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之速率參數；以及

一速率-顏色參數產生模組，用來根據該顏色參數以及該速率參數產生一速率-顏色參數。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之筆觸模擬裝置，其中該速率參數產生模組係利用一速率參數產生公式來產生該速率參數 V ，該公式係表示為：

$$V = f(v) = \left(\frac{v_{\max}^3 - 3v_{\max}v^2 + 2v^3}{v_{\max}^3} \right) ;$$

其中 v 表示該手寫筆在該主要位置座標之瞬間速率， v_{\max} 表示一預設之最大速率值；以及

該速率-顏色參數產生模組係利用一速率-顏色參數產生公式來產

生該速率-顏色參數 ρ_i ，該公式係表示為：

$$\rho_i = \rho_i * V.$$

10.如申請專利範圍第 1 項所述之筆觸模擬裝置，其中該筆觸產生模組包含：

一深淺參數產生模組，用來根據該壓力值，產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之深淺參數。

11.如申請專利範圍第 10 項所述之筆觸模擬裝置，其中該主要位置資料具有最大之深淺參數，而距離該主要位置資料愈遠之疏密位置資料則具有愈小之深淺參數。

12.如申請專利範圍第 11 項所述之筆觸模擬裝置，其中該深淺參數產生模組係利用一深淺參數產生公式來產生該深淺參數 λ ，該公式係表示為：

$$\lambda = (1 - \lambda_0)(1 - e^{-az}) + \lambda_0;$$

其中 a 係一個由使用者定義之常數，而 z 為壓力值， λ_0 為深淺參數的預設值；

其中當該壓力值大於一預定值時，該深淺參數係一常數。

13.如申請專利範圍第 1 項所述之筆觸模擬裝置，其中該筆觸產生模組包含：

一渲染參數產生模組，用來根據該主要位置資料以及該半徑資料產生複數個渲染位置資料，以表示複數個渲染位置座標，其中每一主要位置資料係對應於複數個渲染位置資料。

14.如申請專利範圍第 13 項所述之筆觸模擬裝置，其中該渲染參數產生模組包含一渲染參數 D ，以用來決定每兩個該渲染位置資料 q 之間之距離，並且利用一渲染位置產生公式來產生該渲染位置資料，以使得距離該主要位置資料愈遠之渲染位置資料之間之距離愈小，該公式係表示為：

$$\frac{\partial q}{\partial t} = D \nabla^2 q ;$$

其中該公式係利用有限差分法 (finite difference method) 來展開如下：

$$\begin{aligned} &\Rightarrow \frac{q_{i+1} - q_{i-1}}{2t} = D \cdot (q_{i+1} - 2q_i + q_{i-1}) \\ &\Rightarrow q_{i+1} = q_{i-1} + 2Dt \cdot q_{i+1} - 4Dtq_i + 2Dtq_{i-1} \\ &\Rightarrow q_{i+1} = \left(\frac{1}{1-2Dt} \right) (-4Dtq_i + (1+2Dt)q_{i-1}) \end{aligned}$$

15.如申請專利範圍第 13 項所述之筆觸模擬裝置，其中每一該渲染位置資料係對應於一渲染顏色資料，而該渲染參數產生模組包含一渲染參數 D ，以用來決定每兩個該渲染顏色資料 q 之間之顏色變化，並且利用一渲染顏色產生公式來產生該渲染顏色資料，以使得距離該主要位置資料愈遠之渲染位置資料之渲染顏色資料之間

之差異愈小，該公式係表示為：

$$\frac{\partial q}{\partial t} = D \nabla^2 q ;$$

其中該公式係利用有限差分法 (finite difference method) 來展開如下：

$$\begin{aligned}\Rightarrow \frac{q_{i+1} - q_{i-1}}{2t} &= D \cdot (q_{i+1} - 2q_i + q_{i-1}) \\ \Rightarrow q_{i+1} &= q_{i-1} + 2Dt \cdot q_{i+1} - 4Dtq_i + 2Dtq_{i-1} \\ \Rightarrow q_{i+1} &= \left(\frac{1}{1-2Dt} \right) (-4Dtq_i + (1+2Dt)q_{i-1})\end{aligned}$$

16.如申請專利範圍第 1 項所述之筆觸模擬裝置，其中該筆觸產生模組包含：

一間斷參數產生模組，用來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之間斷參數，以決定該主要位置資料與該疏密位置資料是否會被顯現。

17.如申請專利範圍第 16 項所述之筆觸模擬裝置，其中該間斷參數產生模組包含一間斷參數設定表，具有複數個間斷參數，對應於該主要位置資料與該疏密位置資料；

其中當間斷參數為第一值時，其所對應之位置資料會被顯現出來，而當該間斷參數為第二值時，其所對應之位置資料則不會被顯現出來；

該間斷參數 d 可以表示為：

$d = dTable(i)$;

其中 $d \in [0, 1]$ 。

18.如申請專利範圍第 1 項所述之筆觸模擬裝置，其中該筆觸產生模組包含：

一顏色參數產生模組，用來藉由一亂數產生模組來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之顏色參數，其中該顏色參數產生模組係利用一顏色參數產生公式來產生該顏色參數 ρ_i ，該公式係表示為：

$$\begin{cases} \rho_i = \rho_1 + \lceil \text{rand}0 \rceil \% (\rho_2 - \rho_1 + 1) \\ \text{where} \\ \rho_1 \leq \rho_i \leq \rho_2 \\ \rho_1, \rho_2 \in [0, 255] \end{cases}, \text{其中 } \rho_1 \text{ 與 } \rho_2 \text{ 係系統預設值；}$$

一速率參數產生模組，用來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之速率參數，其中該速率參數產生模組係利用一速率參數產生公式來產生該速率參數 V ，該公式係表示為：

$$V = f(v) = \left(\frac{v_{\max}^3 - 3v_{\max}v^2 + 2v^3}{v_{\max}^3} \right), \text{其中 } v \text{ 表示該手寫筆在該主要位置座}$$

標之瞬間速率， v_{\max} 表示一預設之最大速率值；

一深淺參數產生模組，用來根據該壓力值，產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之深淺參數，其中該主要位置資料具有最大之深淺參數，而距離該主要位置資料愈遠之疏密位置資料則

具有愈小之深淺參數，該深淺參數產生模組係利用一深淺參數產

生公式來產生該深淺參數 λ ，該公式係表示為：

$\lambda = (1 - \lambda_0)(1 - e^{-az}) + \lambda_0$ ，其中 a 係一個由使用者定義之常數，而 z 為壓力值， λ_0 為深淺參數的預設值，而當該壓力值大於一預定值時，該深淺參數係一常數；

一間斷參數產生模組，用來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之間斷參數，以決定該主要位置資料與該疏密位置資料是否會被顯現，其中該間斷參數產生模組包含一間斷參數設定表，具有複數個間斷參數，對應於該主要位置資料與該疏密位置資料，當間斷參數為第一值時，其所對應之位置資料會被顯現出來，而當該間斷參數為第二值時，其所對應之位置資料則不會被顯現出來，該間斷參數 d 可以表示為：

$d = dTable(i)$ ，其中 $d \in [0, 1]$ ；以及

一筆觸顏色參數產生模組，用來根據該顏色參數 ρ_i 、速率參數 V 、深淺參數 λ 、間斷參數 d 以產生一筆觸顏色參數，而該筆觸顏色參數產生模組係利用一筆觸顏色參數產生公式來計算出該筆觸顏色參數 $C_{i,j}$ ，該公式係表示為：

$$C_{i,j} = \lambda * C_{i,j-1} * d * V ;$$

其中該手寫筆所繪出之一筆劃係包含 m 個主要位置資料，而每一

個主要位置資料係對應於 n 個疏密位置資料，而 $C_{i,j}$ 表示第 i 個主要位置座標之第 j 個疏密位置座標所對應之筆觸顏色參數。

19. 一種筆觸模擬系統，用以接受一具有一筆尖之手寫筆觸壓並藉此產生模擬筆觸，該系統包含：

一手寫板，該手寫板包含一用來偵知筆尖在前述手寫板上之主要位置座標，以產生一主要位置資料之位置感測器、和一用來偵知該筆尖施加於前述手寫板上之壓力以產生一壓力值之壓力感測器；及

一模擬主系統，用以接收前述位置座標和前述壓力值並藉由此資料產生模擬筆觸，該主系統更包含有：

一壓力-半徑轉換模組，將前述壓力值轉換成一半徑資料；
一正向量產生模組，根據前述主要位置座標資料，產生一正向量資料；

一疏密位置產生模組，連接於前述壓力-半徑轉換模組與前述正向量產生模組，根據前述半徑資料與前述正向量資料，以在前述主要位置座標資料之正向量方向上，產生複數個疏密位置資料，用來表示複數個疏密位置座標；

一筆觸產生模組，依前述筆尖在不同時間之位置座標資料，畫出一主線條，並且根據前述疏密位置資料，畫出複數條疏密線

條，其中每一主要位置座標資料係對應於複數個疏密位置資料。

20.如申請專利範圍第 19 項所述之筆觸模擬系統，其中前述主系統之前述壓力-半徑轉換模組係利用一壓力-半徑轉換公式，將該壓力值 z 轉換成該半徑資料 ϖ ，該公式係表示為：

$$\left\{ \begin{array}{l} \varpi = f(z) = (\text{Max } \varpi) * \left(\frac{e^z - 1}{e - 1} \right) \\ \text{where} \\ f(0) = 0 \\ f(1) = \text{Max } \varpi \\ 0 \leq z \leq 1 \end{array} \right.$$

其中 $\text{Max } \varpi$ 係預設之最大半徑資料。

21.如申請專利範圍第 20 項所述之筆觸模擬系統，其中前述正向量產生模組首先根據該位置座標資料以取得前述筆尖在位置座標上產生的瞬間方向，其計算公式係表示為：

$$V_i = \frac{O_i - O_{i-1}}{|O_i - O_{i-1}|} ;$$

其中 V_i 表示該筆尖在時間 t_i 之瞬間方向， O_i 表示該筆尖在時間 t_i 之主要位置座標，而 O_{i-1} 表示該筆尖在時間 t_{i-1} 之主要位置座標；

假設 $V_i = (x, y)$ ，則該正向量資料 $N_i = (-y, x)$ 。

22.如申請專利範圍第 21 項所述之筆觸模擬系統，其中該疏密位置產生模組係利用一疏密位置產生公式來產生該複數個疏密位置資料，該公式係表示為：

$$b_{i,j} = O_i + \sigma \left(\frac{j}{n} - 1 \right) \cdot N_i$$

其中， O_i 表示該筆尖在時間 t_i 之主要位置座標， σ 為該半徑資料， N_i 為該正向量資料， n 為一系統預設值，用來決定該疏密位置資料之個數，而 $b_{i,j}$ 表示第 i 個主要位置座標之第 j 個疏密位置座標；

其中該手寫筆所繪出之一筆劃係包含 m 個主要位置資料，而每一個主要位置資料係對應於 n 個疏密位置資料。

23.如申請專利範圍第 22 項所述之筆觸模擬系統，其中該筆觸產生模組係利用一筆觸產生方法來產生該主線條以及該複數條疏密線條，假設該主線條係由 m 個主要座標位置所組成，而每一主要位置座標係對應於 n 個疏密位置座標，該方法包含：

計算第 i 個與第 $i+1$ 個位置座標之切線向量 T_i 與 T_{i+1} ，其公式為：

$$\begin{cases} T_i = a * (P_{i+1} - P_{i-1}) \\ a = [0,1] \end{cases}$$

其中 P_{i+1} 表示第 $i+1$ 個位置座標，而 P_{i-1} 表示第 $i-1$ 個位置座標；利用混合函數 (Blending functions) 以計算第 i 個與第 $i+1$ 個位置座標間之內插值，該混合函數係表示為：

$$\begin{cases} h_1(s) = 2s^3 - 3s^2 + 1 \\ h_2(s) = -2s^3 + 3s^2 \\ h_3(s) = s^3 - 2s^2 + s ; \\ h_4(s) = s^3 - s^2 \\ 0 \leq s \leq 1 \end{cases}$$

獲得一基數曲線 (Cardinal Splines Curve)，其公式為：

$$\vec{P} = \vec{P}_i * h_1 + \vec{P}_{i+1} * h_2 + \vec{T}_i * h_3 + \vec{T}_{i+1} * h_4 ; \text{ 以及}$$

計算出第 i 個與第 $i+1$ 個位置座標之間之中間座標位置，並且將所有的座標位置連接起來，以產生一平順之曲線，該中間座標位置之計算公式為：

$$P = S * h * C ;$$

其中

$$S = \begin{bmatrix} s^3 \\ s^2 \\ s^1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} P_i \\ P_{i+1} \\ T_i \\ T_{i+1} \end{bmatrix} \quad h = \begin{bmatrix} 2 & -2 & 1 & 1 \\ -3 & 3 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

24.如申請專利範圍第 19 項所述之筆觸模擬系統，其中該筆觸產生模組包含：

一顏色參數產生模組，用來藉由一亂數產生模組來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之顏色參數。

25.如申請專利範圍第 24 項所述之筆觸模擬系統，其中該顏色參數產生模組係利用一顏色參數產生公式來產生該顏色參數 ρ_i ，該公式

係表示為：

$$\begin{cases} \rho_i = \rho_1 + \lceil \text{rand}0 \rceil \% (\rho_2 - \rho_1 + 1) \\ \text{where} \\ \rho_1 \leq \rho_i \leq \rho_2 \\ \rho_1, \rho_2 \in [0, 255] \end{cases} ;$$

其中 ρ_1 與 ρ_2 為系統預設值。

26. 如申請專利範圍第 25 項所述之筆觸模擬系統，其中該筆觸產生模組包含：

一速率參數產生模組，用來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之速率參數；以及

一速率-顏色參數產生模組，用來根據該顏色參數以及該速率參數產生一速率-顏色參數。

27. 如申請專利範圍第 26 項所述之筆觸模擬系統，其中該速率參數產生模組係利用一速率參數產生公式來產生該速率參數 V ，該公式係表示為：

$$V = f(v) = \left(\frac{v_{\max}^3 - 3v_{\max}v^2 + 2v^3}{v_{\max}^3} \right) ;$$

其中 v 表示該手寫筆在該主要位置座標之瞬間速率， v_{\max} 表示一預設之最大速率值；

該速率-顏色參數產生模組係利用一速率-顏色參數產生公式

來產生該速率-顏色參數 ρ_i ，該公式係表示為：

$$\rho_i = \rho_i * V.$$

28.如申請專利範圍第 19 項所述之筆觸模擬系統，其中前述筆觸產生模組包含：

一深淺參數產生模組，用來根據該壓力值，產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之深淺參數。

29.如申請專利範圍第 28 項所述之筆觸模擬系統，其中該主要位置資料具有最大之深淺參數，而距離該主要位置資料愈遠之疏密位置資料則具有愈小之深淺參數。

30.如申請專利範圍第 29 項所述之筆觸模擬系統，其中該深淺參數產生模組係利用一深淺參數產生公式來產生該深淺參數 λ ，該公式係表示為：

$\lambda = (1 - \lambda_0)(1 - e^{-az}) + \lambda_0$ ；其中 a 係一個由使用者定義之常數，而 z 為壓力值， λ_0 為深淺參數的預設值；

其中當該壓力值大於一預定值時，該深淺參數係一常數。

31.如申請專利範圍第 19 項所述之筆觸模擬系統，其中該筆觸產生模組包含：

一渲染參數產生模組，用來根據該主要位置資料以及該半徑資料產生複數個渲染位置資料，以表示複數個渲染位置座標，其中每

一主要位置資料係對應於複數個渲染位置資料。

32.如申請專利範圍第 31 項所述之筆觸模擬系統，其中該渲染參數產生模組包含一渲染參數 D ，以用來決定每兩個該渲染位置資料 q 之間之距離，並且利用一渲染位置產生公式來產生該渲染位置資料，以使得距離該主要位置資料愈遠之渲染位置資料之間之距離愈小，該公式係表示為：

$$\frac{\partial q}{\partial t} = D \nabla^2 q ;$$

其中該公式係利用有限差分法 (finite difference method) 來展開如下：

$$\begin{aligned} \Rightarrow \frac{q_{i+1} - q_{i-1}}{2t} &= D \cdot (q_{i+1} - 2q_i + q_{i-1}) \\ \Rightarrow q_{i+1} &= q_{i-1} + 2Dt \cdot q_{i+1} - 4Dtq_i + 2Dtq_{i-1} \\ \Rightarrow q_{i+1} &= \left(\frac{1}{1-2Dt} \right) (-4Dtq_i + (1+2Dt)q_{i-1}) \end{aligned}$$

33.如申請專利範圍第 31 項所述之筆觸模擬系統，其中每一該渲染位置資料係對應於一渲染顏色資料，而該渲染參數產生模組包含一渲染參數 D ，以用來決定每兩個該渲染顏色資料 q 之間之顏色變化，並且利用一渲染顏色產生公式來產生該渲染顏色資料，以使得距離該主要位置資料愈遠之渲染位置資料之渲染顏色資料之間之差異愈小，該公式係表示為：

$$\frac{\partial q}{\partial t} = D \nabla^2 q ;$$

其中該公式係利用有限差分法 (finite difference method) 來展開如下：

$$\Rightarrow \frac{q_{i+1} - q_{i-1}}{2t} = D \cdot (q_{i+1} - 2q_i + q_{i-1})$$

$$\Rightarrow q_{i+1} = q_{i-1} + 2Dt \cdot q_{i+1} - 4Dtq_i + 2Dtq_{i-1} \quad .$$

$$\Rightarrow q_{i+1} = \left(\frac{1}{1 - 2Dt} \right) (-4Dtq_i + (1 + 2Dt)q_{i-1})$$

34. 如申請專利範圍第 19 項所述之筆觸模擬系統，其中該筆觸產生模

組包含：

一間斷參數產生模組，用來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之間斷參數，以決定該主要位置資料與該疏密位置資料是否會被顯現。

35. 如申請專利範圍第 34 項所述之筆觸模擬系統，其中該間斷參數產生模組包含一間斷參數設定表，具有複數個間斷參數，對應於該主要位置資料與該疏密位置資料；

其中當間斷參數為第一值時，其所對應之位置資料會被顯現出來，而當該間斷參數為第二值時，其所對應之位置資料則不會被顯現出來；

該間斷參數 d 可以表示為：

$$d = dTable(i) ;$$

其中 $d \in [0, 1]$ 。

36.如申請專利範圍第 19 項所述之筆觸模擬系統，其中該筆觸產生模

組包含：

一顏色參數產生模組，用來藉由一亂數產生模組來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之顏色參數，其中該顏色參數產生模組係利用一顏色參數產生公式來產生該顏色參數 ρ_i ，該公式係表示為：

$$\begin{cases} \rho_i = \rho_1 + \lceil \text{rand}0 \rceil \% (\rho_2 - \rho_1 + 1) \\ \text{where} \\ \rho_1 \leq \rho_i \leq \rho_2 \\ \rho_1, \rho_2 \in [0, 255] \end{cases}, \text{其中 } \rho_1 \text{ 與 } \rho_2 \text{ 係系統預設值；}$$

一速率參數產生模組，用來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之速率參數，其中該速率參數產生模組係利用一速率參數產生公式來產生該速率參數 V ，該公式係表示為：

$$V = f(v) = \left(\frac{v_{\max}^3 - 3v_{\max}v^2 + 2v^3}{v_{\max}^3} \right), \text{其中 } v \text{ 表示該手寫筆在該主要位置座}$$

標之瞬間速率， v_{\max} 表示一預設之最大速率值；

一深淺參數產生模組，用來根據該壓力值，產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之深淺參數，其中該主要位置資料具有最大之深淺參數，而距離該主要位置資料愈遠之疏密位置資料則具有愈小之深淺參數，該深淺參數產生模組係利用一深淺參數產生公式來產生該深淺參數 λ ，該公式係表示為：

$\lambda = (1 - \lambda_0)(1 - e^{-\alpha}) + \lambda_0$ ，其中 α 為一個由使用者定義之常數，而 z 為壓力值， λ_0 為深淺參數的預設值，而當該壓力值大於一預定值時，該深淺參數係一常數；

一間斷參數產生模組，用來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之間斷參數，以決定該主要位置資料與該疏密位置資料是否會被顯現，其中該間斷參數產生模組包含一間斷參數設定表，具有複數個間斷參數，對應於該主要位置資料與該疏密位置資料，當間斷參數為第一值時，其所對應之位置資料會被顯現出來，而當該間斷參數為第二值時，其所對應之位置資料則不會被顯現出來，該間斷參數 d 可以表示為：

$d = dTable(i)$ ，其中 $d \in [0, 1]$ ；以及

一筆觸顏色參數產生模組，用來根據該顏色參數 ρ_i 、速率參數 V 、深淺參數 λ 、間斷參數 d 以產生一筆觸顏色參數，而該筆觸顏色參數產生模組係利用一筆觸顏色參數產生公式來計算出該筆觸顏色參數 $C_{i,j}$ ，該公式係表示為：

$$C_{i,j} = \left(\frac{\lambda \cdot C_{i-1,j} + \lambda \cdot C_{i,j-1}}{2\lambda} \right) * d * V ;$$

其中該手寫筆所繪出之一筆劃係包含 m 個主要位置資料，而每一個主要位置資料係對應於 n 個疏密位置資料，而 $C_{i,j}$ 表示第 i 個主

要位置座標之第 j 個疏密位置座標所對應之筆觸顏色參數；

其中 $C_{i,j-1} = C_{i,0} = \rho_i$ 。

37. 一種筆觸模擬方法，該方法係藉由一模擬筆觸之電腦主系統、和一用來輸入手寫資料之手寫板所實施的方法，前述手寫板更包含有一用來偵知筆尖在前述手寫板上之主要位置座標以產生一主要位置資料之位置感測器，和一用來偵知該筆尖施加於前述手寫板上之壓力以產生一壓力值之壓力感測器，該方法包含有：

被輸入前述手寫資料，該資料包含藉由前述位置感測器所產生的主要位置座標、和藉由前述壓力感測器所偵知被施加於前述手寫板上之一壓力值；

將前述壓力值轉換成一半徑資料；

根據前述主要位置座標資料，產生一正向量資料；

根據前述半徑資料與前述正向量資料，在前述主要位置座標資料之正向量方向上，產生複數個疏密位置資料，用來表示複數個疏密位置座標；

依前述筆尖在不同時間之位置座標資料，畫出一主線條，並且根據前述疏密位置資料，畫出複數條疏密線條，其中每一主要位置座標資料係對應於複數個疏密位置資料。

38. 如申請專利範圍第 37 項所述之筆觸模擬方法，其中前述主系統利

用一壓力-半徑轉換公式，將該壓力值 z 轉換成該半徑資料 ϖ ，該

公式係表示為：

$$\left\{ \begin{array}{l} \varpi = f(z) = (\text{Max } \varpi) * \left(\frac{e^z - 1}{e - 1} \right) \\ \text{where} \\ f(0) = 0 \\ f(1) = \text{Max } \varpi \\ 0 \leq z \leq 1 \end{array} \right. ;$$

其中 $\text{Max } \varpi$ 係預設之最大半徑資料。

39.如申請專利範圍第 38 項所述之筆觸模擬方法，其中前述主系統係根據該位置座標資料以取得前述筆尖在位置座標上產生的瞬間方向，其計算公式係表示為：

$$V_i = \frac{O_i - O_{i-1}}{|O_i - O_{i-1}|} ;$$

其中 V_i 表示該筆尖在時間 t_i 之瞬間方向， O_i 表示該筆尖在時間 t_i 之主要位置座標，而 O_{i-1} 表示該筆尖在時間 t_{i-1} 之主要位置座標；

假設 $V_i = (x, y)$ ，則該正向量資料 $N_i = (-y, x)$ 。

40.如申請專利範圍第 39 項所述之筆觸模擬方法，其中前述主系統係利用一疏密位置產生公式來產生該複數個疏密位置資料，該公式係表示為：

$$b_{i,j} = O_i + \varpi \left(\frac{j}{n} - 1 \right) \cdot N_i$$

其中， O_i 表示該筆尖在時間 t_i 之主要位置座標， σ 為該半徑資料， N_i 為該正向量資料， n 為一系統預設值，用來決定該疏密位置資料之個數，而 $b_{i,j}$ 表示第 i 個主要位置座標之第 j 個疏密位置座標；

其中該手寫筆所繪出之一筆劃係包含 m 個主要位置資料，而每一個主要位置資料係對應於 n 個疏密位置資料。

41. 如申請專利範圍第 40 項所述之筆觸模擬方法，其中前述主系統係利用一筆觸產生方法來產生該主線條以及該複數條疏密線條，假設該主線條係由 m 個主要座標位置所組成，而每一主要位置座標係對應於 n 個疏密位置座標，該方法包含：

計算第 i 個與第 $i+1$ 個位置座標之切線向量 T_i 與 T_{i+1} ，其公式為：

$$\begin{cases} T_i = \alpha * (P_{i+1} - P_{i-1}) \\ \alpha = [0,1] \end{cases}$$

其中 P_{i+1} 表示第 $i+1$ 個位置座標，而 P_{i-1} 表示第 $i-1$ 個位置座標；利用混合函數 (Blending functions) 以計算第 i 個與第 $i+1$ 個位置座標間之內插值，該混合函數係表示為：

$$\begin{cases} h_1(s) = 2s^3 - 3s^2 + 1 \\ h_2(s) = -2s^3 + 3s^2 \\ h_3(s) = s^3 - 2s^2 + s \\ h_4(s) = s^3 - s^2 \\ 0 \leq s \leq 1 \end{cases}$$

獲得一基數曲線 (Cardinal Splines Curve)，其公式為：

$$\bar{P} = \bar{P}_i * h_1 + \bar{P}_{i+1} * h_2 + \bar{T}_i * h_3 + \bar{T}_{i+1} * h_4 ; \text{ 以及}$$

計算出第 i 個與第 $i+1$ 個位置座標之間之中間座標位置，並且將所有的座標位置連接起來，以產生一平順之曲線，該中間座標位置之計算公式為：

$$P = S * h * C ;$$

其中

$$S = \begin{bmatrix} s^3 \\ s^2 \\ s^1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} P_i \\ P_{i+1} \\ T_i \\ T_{i+1} \end{bmatrix} \quad h = \begin{bmatrix} 2 & -2 & 1 & 1 \\ -3 & 3 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} .$$

42.如申請專利範圍第 37 項所述之筆觸模擬方法，其中前述主系統更包含有一顏色參數產生模組，用來藉由一亂數產生模組來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之顏色參數。

43.如申請專利範圍第 42 項所述之筆觸模擬方法，其中前述顏色參數產生模組係利用一顏色參數產生公式來產生該顏色參數 ρ_i ，該公式係表示為：

$$\begin{cases} \rho_i = \rho_1 + \lceil \text{rand}0 \rceil \% (\rho_2 - \rho_1 + 1) \\ \text{where} \\ \rho_1 \leq \rho_i \leq \rho_2 \\ \rho_1, \rho_2 \in [0, 255] \end{cases} ;$$

其中 ρ_1 與 ρ_2 係系統預設值。

44.如申請專利範圍第 43 項所述之筆觸模擬方法，其中前述主系統更

包含：

一速率參數產生模組，用來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之速率參數；以及

一速率-顏色參數產生模組，用來根據該顏色參數以及該速率參數產生一速率-顏色參數。

45.如申請專利範圍第 44 項所述之筆觸模擬方法，其中該速率參數產

生模組係利用一速率參數產生公式來產生該速率參數 V ，該公式係表示為：

$$V = f(v) = \left(\frac{v_{\max}^3 - 3v_{\max}v^2 + 2v^3}{v_{\max}^3} \right) ;$$

其中 v 表示該手寫筆在該主要位置座標之瞬間速率， v_{\max} 表示一預設之最大速率值；

該速率-顏色參數產生模組係利用一速率-顏色參數產生公式來產生該速率-顏色參數 ρ_i ，該公式係表示為：

$$\rho_i = \rho_i * V .$$

46.如申請專利範圍第 37 項所述之筆觸模擬方法，其中前述主系統包含：

一深淺參數產生模組，用來根據該壓力值，產生對應於該主要位

置資料與該疏密位置資料之深淺參數。

47.如申請專利範圍第 46 項所述之筆觸模擬方法，其中該主要位置資料具有最大之深淺參數，而距離該主要位置資料愈遠之疏密位置資料則具有愈小之深淺參數。

48.如申請專利範圍第 47 項所述之筆觸模擬方法，其中該深淺參數產生模組係利用一深淺參數產生公式來產生該深淺參數 λ ，該公式係表示為：

$$\lambda = (1 - \lambda_0)(1 - e^{-az}) + \lambda_0 ;$$

其中 a 為一個由使用者定義之常數，而 z 為壓力值， λ_0 為深淺參數的預設值；

其中當該壓力值大於一預定值時，該深淺參數係一常數。

49.如申請專利範圍第 37 項所述之筆觸模擬方法，其中前述主系統包含：

一渲染參數產生模組，用來根據該主要位置資料以及該半徑資料產生複數個渲染位置資料，以表示複數個渲染位置座標，其中每一主要位置資料係對應於複數個渲染位置資料。

50.如申請專利範圍第 49 項所述之筆觸模擬方法，其中該渲染參數產生模組包含一渲染參數 D ，以用來決定每兩個該渲染位置資料 q 之間之距離，並且利用一渲染位置產生公式來產生該渲染位置資

料，以使得距離該主要位置資料愈遠之渲染位置資料之間之距離

愈小，該公式係表示為：

$$\frac{\partial q}{\partial t} = D\nabla^2 q ;$$

其中該公式係利用有限差分法 (finite difference method) 來展開如

下：

$$\begin{aligned} \Rightarrow \frac{q_{i+1} - q_{i-1}}{2t} &= D \cdot (q_{i+1} - 2q_i + q_{i-1}) \\ \Rightarrow q_{i+1} &= q_{i-1} + 2Dt \cdot q_{i+1} - 4Dtq_i + 2Dtq_{i-1} \\ \Rightarrow q_{i+1} &= \left(\frac{1}{1-2Dt} \right) (-4Dtq_i + (1+2Dt)q_{i-1}) \end{aligned}$$

51.如申請專利範圍第 49 項所述之筆觸模擬方法，其中每一該渲染位置資料係對應於一渲染顏色資料，而該渲染參數產生模組包含一渲染參數 D ，以用來決定每兩個該渲染顏色資料 q 之間之顏色變化，並且利用一渲染顏色產生公式來產生該渲染顏色資料，以使得距離該主要位置資料愈遠之渲染位置資料之渲染顏色資料之間之差異愈小，該公式係表示為：

$$\frac{\partial q}{\partial t} = D\nabla^2 q ;$$

其中該公式係利用有限差分法 (finite difference method) 來展開如

下：

$$\begin{aligned}
 & \Rightarrow \frac{q_{i+1} - q_{i-1}}{2t} = D \cdot (q_{i+1} - 2q_i + q_{i-1}) \\
 & \Rightarrow q_{i+1} = q_{i-1} + 2Dt \cdot q_{i+1} - 4Dtq_i + 2Dtq_{i-1} \quad . \\
 & \Rightarrow q_{i+1} = \left(\frac{1}{1-2Dt} \right) (-4Dtq_i + (1+2Dt)q_{i-1})
 \end{aligned}$$

52.如申請專利範圍第 37 項所述之筆觸模擬方法，其中前述主系統包含：

一間斷參數產生模組，用來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之間斷參數，以決定該主要位置資料與該疏密位置資料是否會被顯現。

53.如申請專利範圍第 52 項所述之筆觸模擬方法，其中該間斷參數產生模組包含一間斷參數設定表，具有複數個間斷參數，對應於該主要位置資料與該疏密位置資料；
 其中當間斷參數為第一值時，其所對應之位置資料會被顯現出來，而當該間斷參數為第二值時，其所對應之位置資料則不會被顯現出來；

該間斷參數 d 可以表示為：

$$d = dTable(i) ;$$

其中 $d \in [0, 1]$ 。

54.如申請專利範圍第 37 項所述之筆觸模擬方法，其中前述主系統包含：

一顏色參數產生模組，用來藉由一亂數產生模組來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之顏色參數，其中該顏色參數產生模組係利用一顏色參數產生公式來產生該顏色參數 ρ_i ，該公式係表示為：

$$\begin{cases} \rho_i = \rho_1 + \lceil \text{rand}0 \rceil \% (\rho_2 - \rho_1 + 1) \\ \text{where} \\ \rho_1 \leq \rho_i \leq \rho_2 \\ \rho_1, \rho_2 \in [0, 255] \end{cases}, \text{其中 } \rho_1 \text{ 與 } \rho_2 \text{ 為系統預設值；}$$

一速率參數產生模組，用來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之速率參數，其中該速率參數產生模組係利用一速率參數產生公式來產生該速率參數 V ，該公式係表示為：

$$V = f(v) = \left(\frac{v_{\max}^3 - 3v_{\max}v^2 + 2v^3}{v_{\max}^3} \right), \text{其中 } v \text{ 表示該手寫筆在該主要位置座}$$

標之瞬間速率， v_{\max} 表示一預設之最大速率值；

一深淺參數產生模組，用來根據該壓力值，產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之深淺參數，其中該主要位置資料具有最大之深淺參數，而距離該主要位置資料愈遠之疏密位置資料則具有愈小之深淺參數，該深淺參數產生模組係利用一深淺參數產生公式來產生該深淺參數 λ ，該公式係表示為：

$$\lambda = (1 - \lambda_0)(1 - e^{-\alpha z}) + \lambda_0, \text{其中 } \alpha \text{ 為一個由使用者定義之常數，而 } z \text{ 為壓力值，} \lambda_0 \text{ 為深淺參數的預設值，而當該壓力值大於一預定值時，}$$

該深淺參數係一常數；

一間斷參數產生模組，用來產生對應於該主要位置資料與該疏密位置資料之間斷參數，以決定該主要位置資料與該疏密位置資料是否會被顯現，其中該間斷參數產生模組包含一間斷參數設定表，具有複數個間斷參數，對應於該主要位置資料與該疏密位置資料，當間斷參數為第一值時，其所對應之位置資料會被顯現出來，而當該間斷參數為第二值時，其所對應之位置資料則不會被顯現出來，該間斷參數 d 可以表示為：

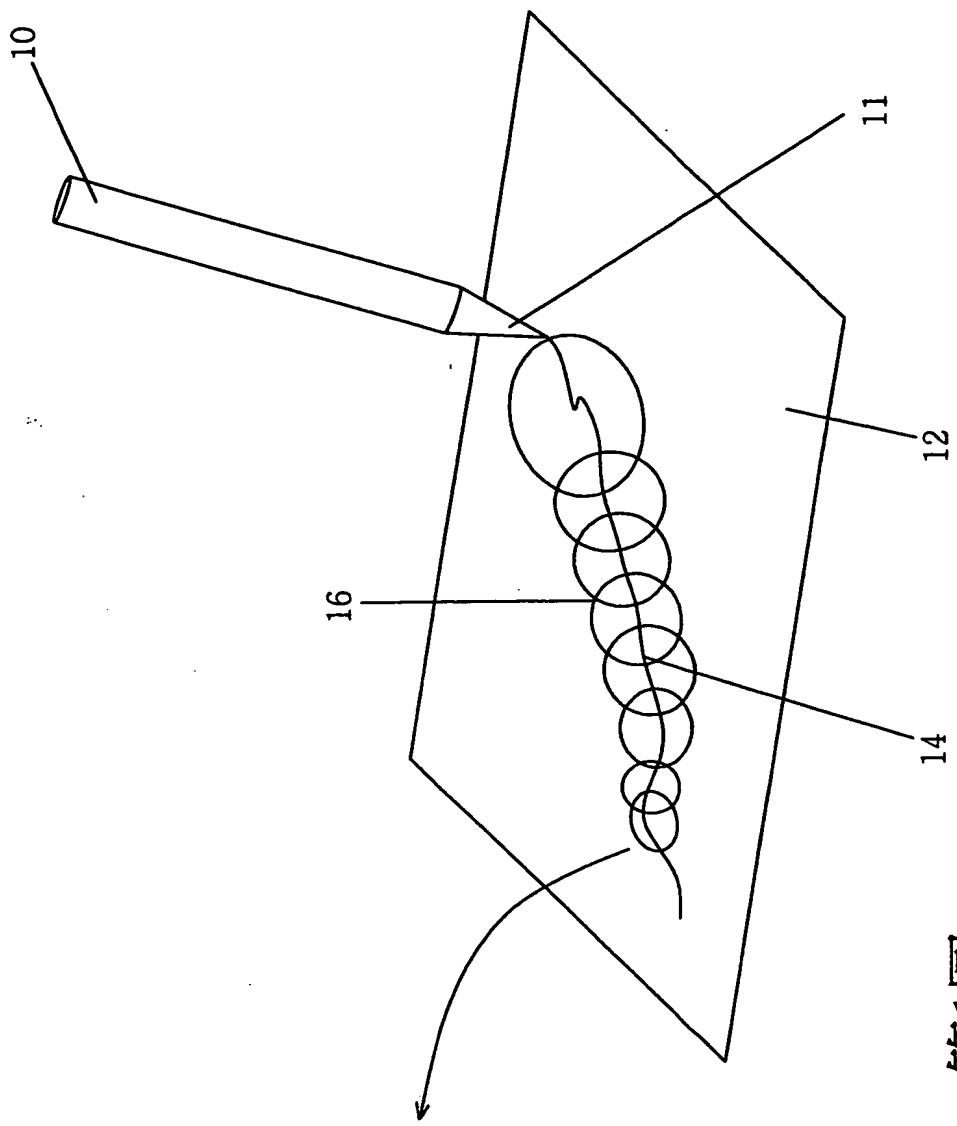
$d = dTable(i)$ ，其中 $d \in [0, 1]$ ；以及

一筆觸顏色參數產生模組，用來根據該顏色參數 ρ_i 、速率參數 V 、深淺參數 λ 、間斷參數 d 以產生一筆觸顏色參數，而該筆觸顏色參數產生模組係利用一筆觸顏色參數產生公式來計算出該筆觸顏色參數 $C_{i,j}$ ，該公式係表示為：

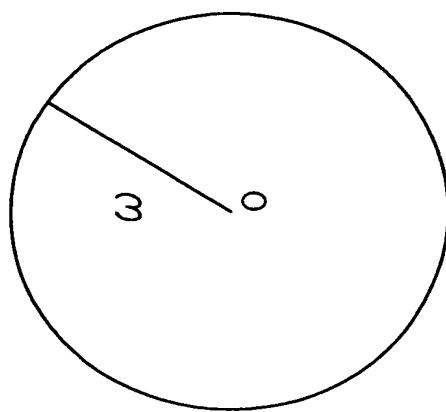
$$C_{i,j} = \left(\frac{\lambda \cdot C_{i-1,j} + \lambda \cdot C_{i,j-1}}{2\lambda} \right) * d * V ;$$

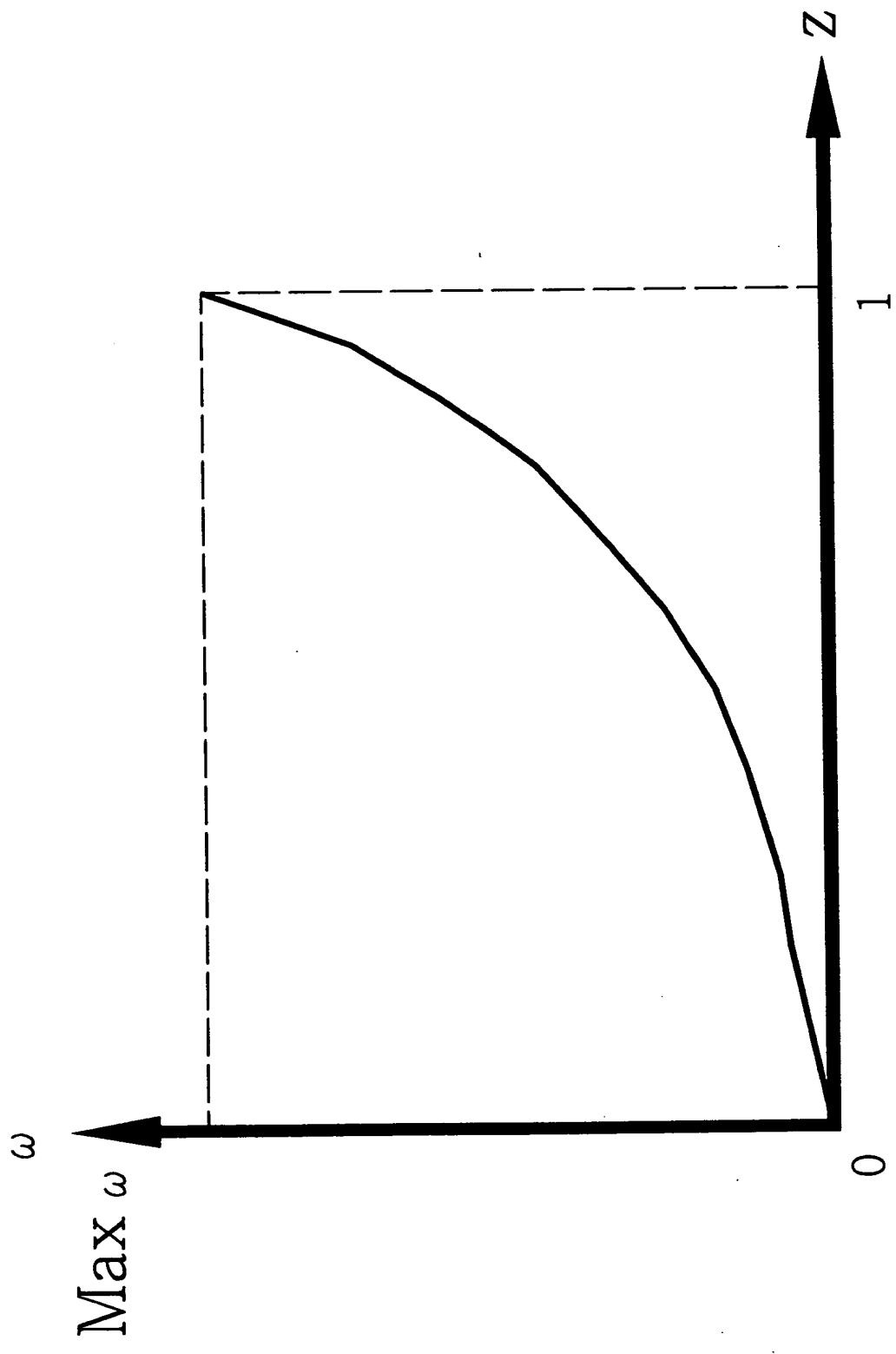
其中該手寫筆所繪出之一筆劃係包含 m 個主要位置資料，而每一個主要位置資料係對應於 n 個疏密位置資料，而 $C_{i,j}$ 表示第 i 個主要位置座標之第 j 個疏密位置座標所對應之筆觸顏色參數；

其中 $C_{i,j-1} = C_{i,0} = \rho_i$ 。

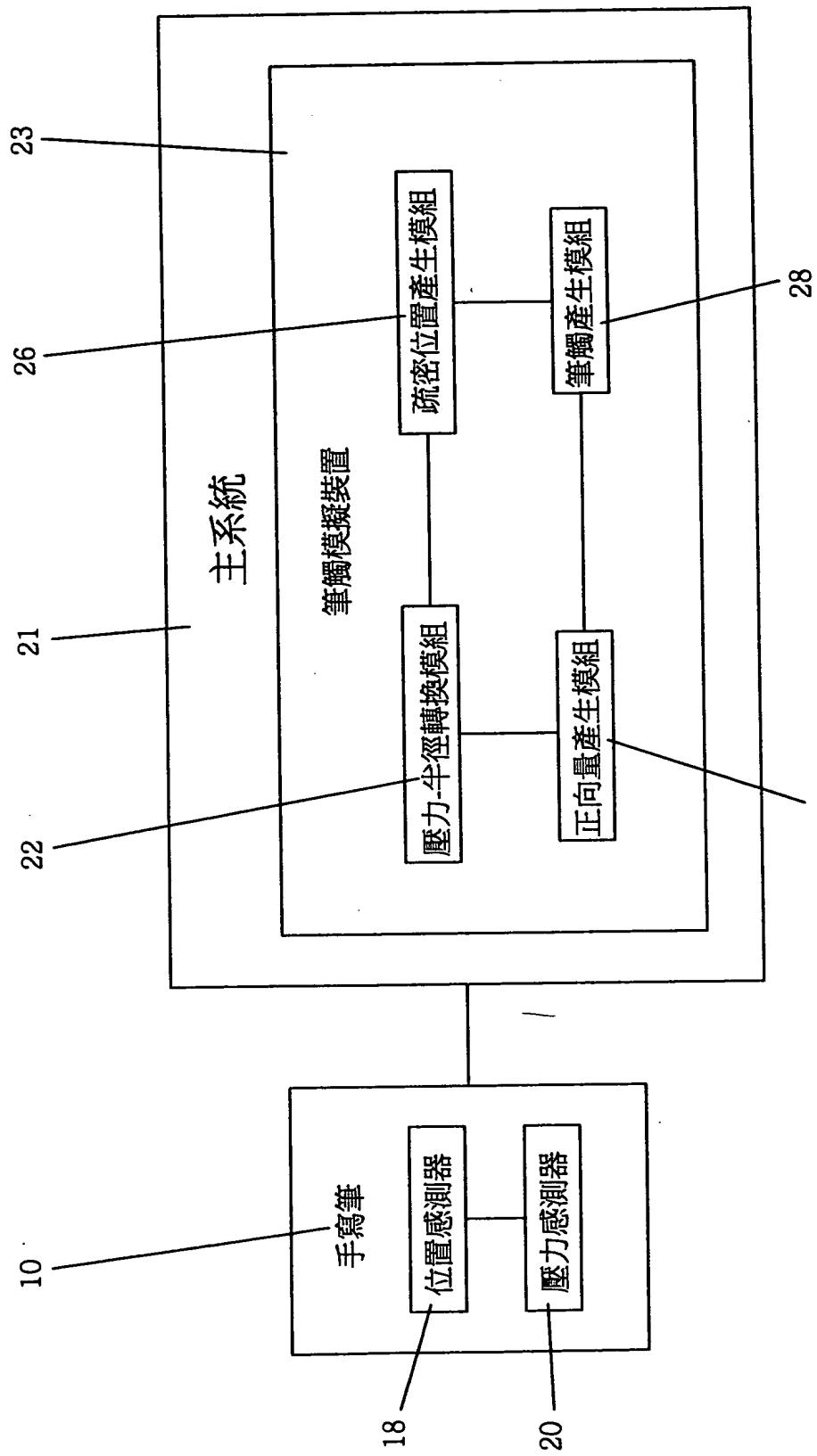


第1圖



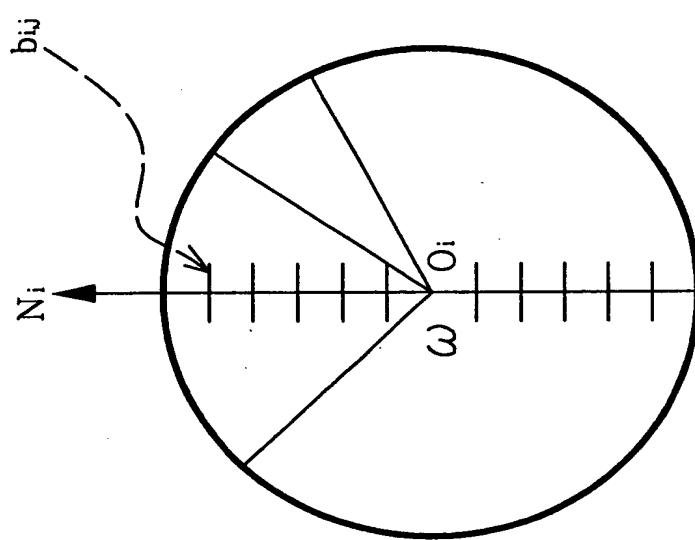


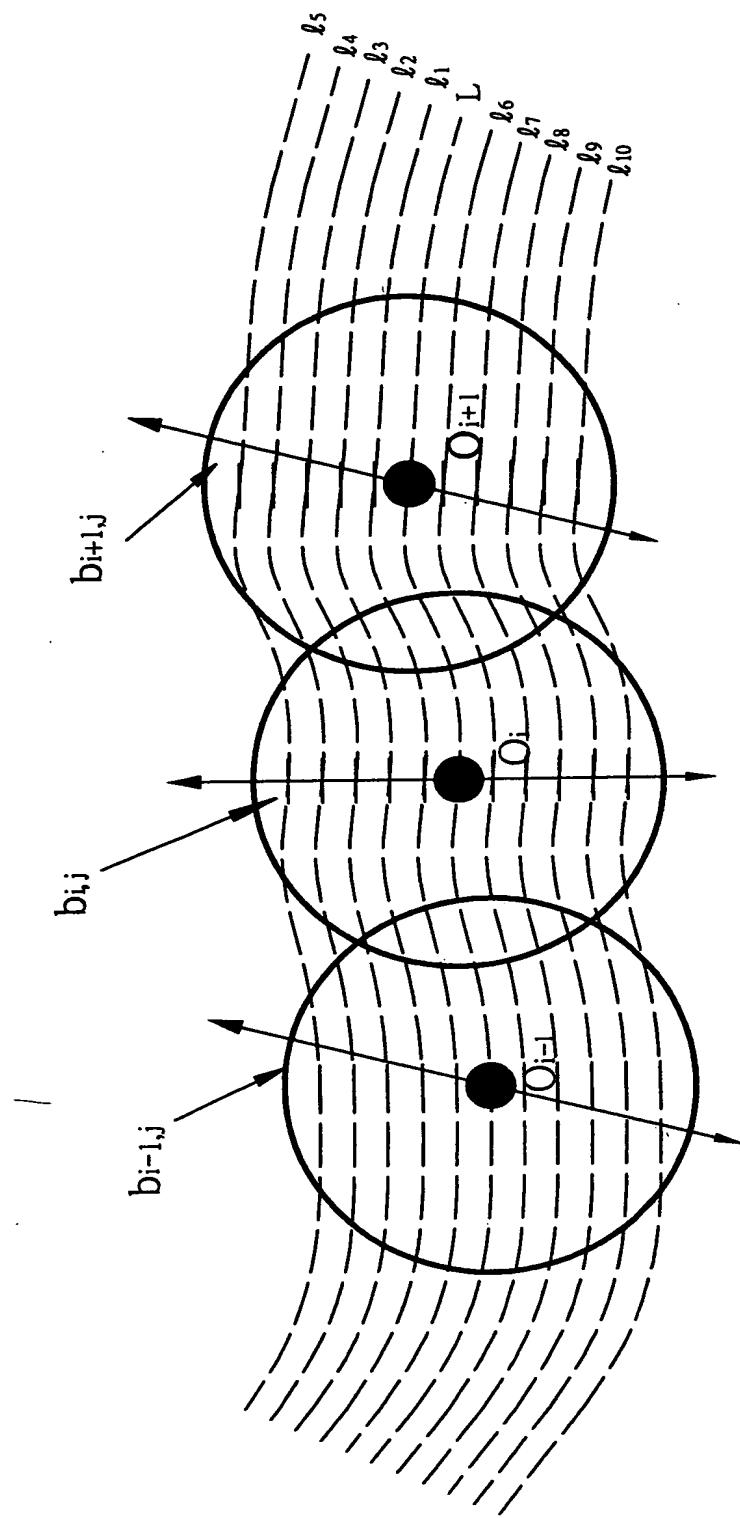
第2圖



第3圖

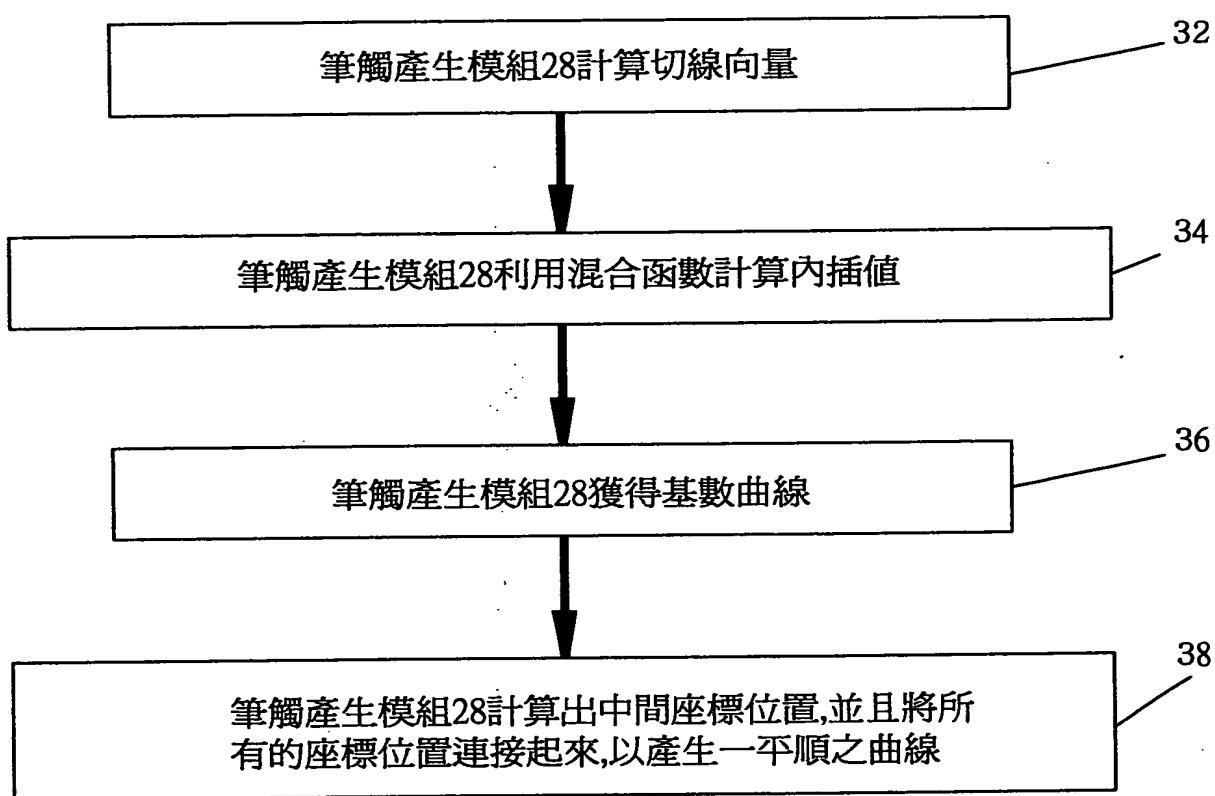
第4圖





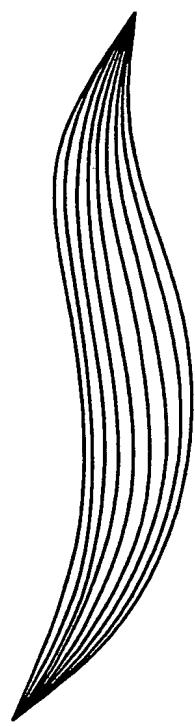
第5圖

30

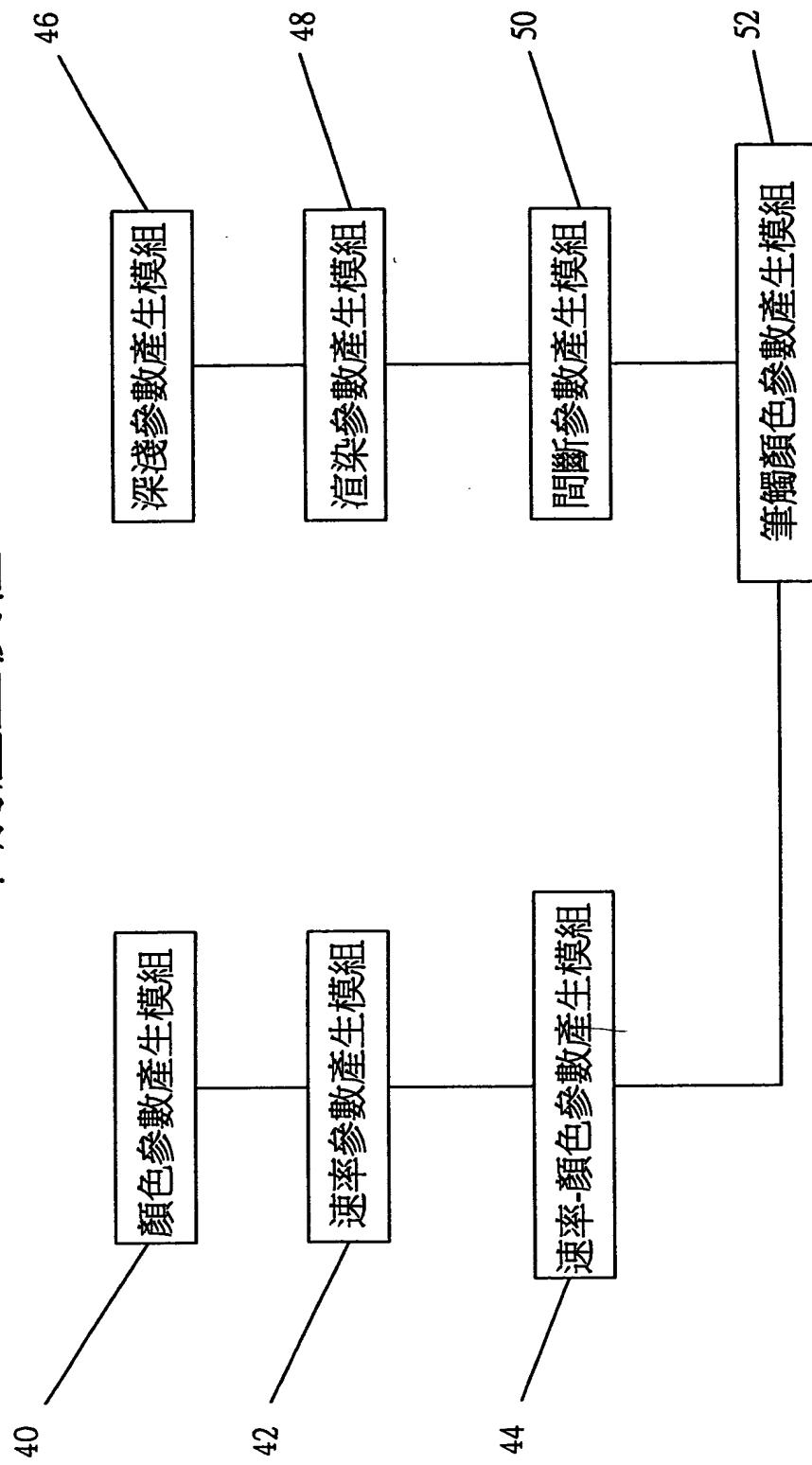


第6圖

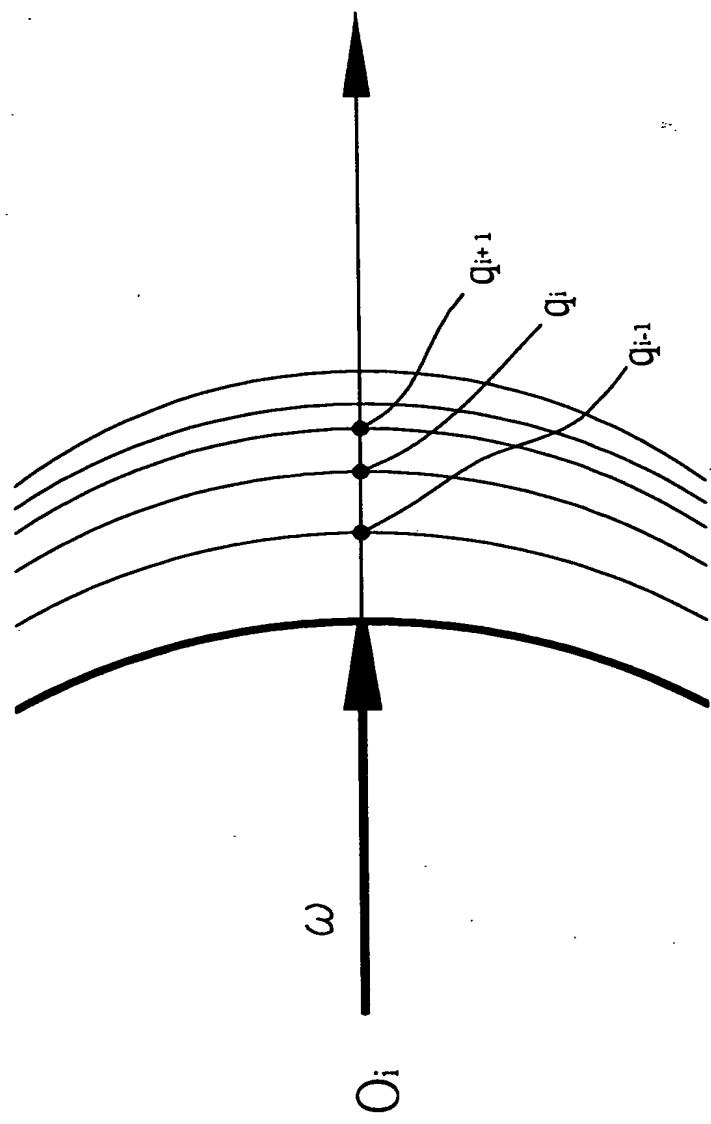
第7圖



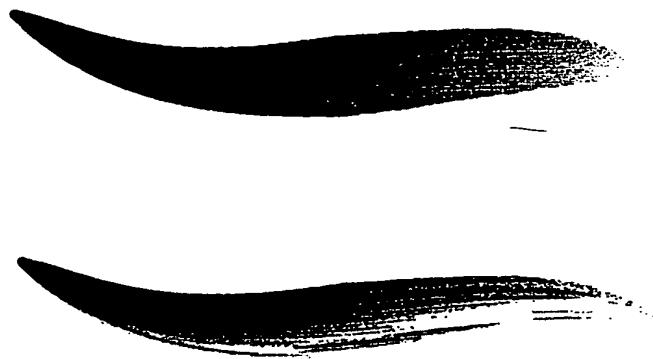
筆觸產生模組



第8圖



第9圖



第 10 圖